

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-87233

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 6 B

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

9/00

9/00

H

H 0 1 L 21/30

5 1 6 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-257943

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月8日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 秋元 智

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内

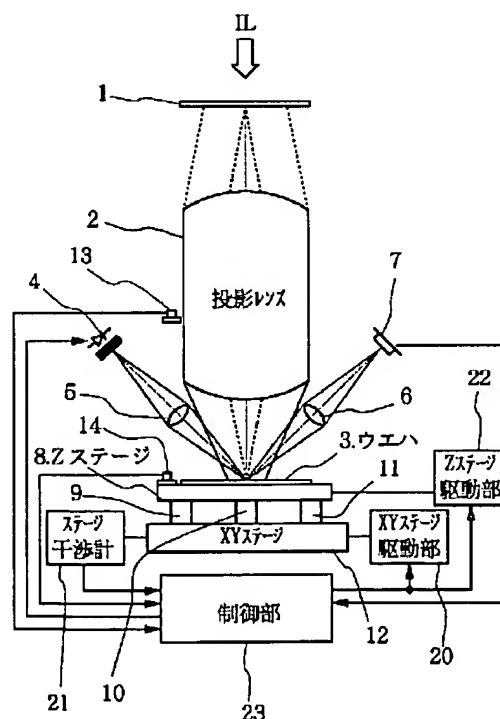
(74) 代理人 弁理士・伊東 哲也 (外2名)

(54) 【発明の名称】 投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ表面のフォーカスずれや傾きずれの調整精度を悪化させることなく、位置決め時間を短縮し生産性を向上させる。

【解決手段】 投影光学系の光軸方向および光軸に垂直な方向に移動可能なステージに搭載された基板を該光軸に垂直な方向に移動して該基板上的の複数の露光対象領域を所定の露光位置に順次移動および位置決めするとともに、露光対象領域ごとにその基板表面の前記投影光学系の光軸方向における位置を計測し、該計測値に基づいて該基板表面を前記光軸方向に移動および位置決めした後、該基板表面を露光する際、前記投影光学系とステージの相対振動を計測し、前記基板表面位置計測の開始時期を、該相対振動計測の結果を基に設定する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影光学系の光軸方向および光軸に垂直な方向に移動可能なステージに搭載された基板を該光軸に垂直な方向に移動して該基板の複数の露光対象領域を所定の露光位置に順次移動および位置決めするとともに、露光対象領域ごとにその基板表面の前記投影光学系の光軸方向における位置を計測し、該計測値に基づいて該基板表面を前記光軸方向に移動および位置決めした後、該基板表面を露光する投影露光方法において、前記投影光学系とステージの相対振動を計測し、前記基板表面位置計測の開始時期を、該相対振動計測の結果を基に設定することを特徴とする投影露光方法。

【請求項2】 原版に形成されたパターンをステージ上基板に投影する投影光学系と、該ステージ上基板を搭載して該投影光学系の光軸方向および光軸に垂直な方向に移動可能なステージと、前記投影光学系の光軸に垂直な任意の方向に所定の量前記ステージを使って移動および位置決め動作を行なう第1の移動手段と、前記投影光学系の光軸方向に所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測できる面位置計測手段と、該面位置計測手段の計測値に基づいて、前記所定の位置にステージ上基板表面の位置を合致させるために前記ステージを光軸方向に移動および位置決めする第2の移動手段とを備えた投影露光装置において、前記投影光学系とステージの相対振動を計測できる振動計測手段と、前記面位置計測手段を使って前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測する開始時期を、前記振動計測手段の計測値を基に任意に変えることを可能にする制御手段を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項3】 前記ステージ上基板は、感光基板、前記投影光学系光軸方向の感光基板のずれ量を計測するための基板、前記投影光学系の光軸に垂直な方向の感光基板のずれ量を計測するための基板、および前記投影露光装置の状態を計測するための基板のいずれか1種であることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項4】 前記所定の位置は、前記投影光学系の結像面、または該結像面に平行な所定の平面であることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項5】 前記面位置計測手段は、前記所定の位置と前記ステージ上基板表面との光軸方向距離および平行度を計測するセンサであることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項6】 前記振動計測手段は、前記投影光学系の振動状態とステージの振動状態をそれぞれ測定するセンサと、これらのセンサの出力に基づいて前記投影光学系とステージの相対振動を算出する手段とからなることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項7】 前記制御手段は、前記振動計測手段を使って計測を行なう動作と、前記面位置計測手段を使って

2

前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置の計測を行なう動作と、前記ステージ上基板の前記投影光学系の光軸に垂直な任意の方向への前記所定量の前記ステージによる移動および位置決め動作を、並行動作させることが可能であることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項8】 前記制御手段は、前記振動計測手段による計測値を評価値として、前記面位置計測手段を使って前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置の計測を行なう開始時期を任意に変えることが可能であることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項9】 前記制御手段は、前記振動計測手段による計測値がある範囲内に入ってからある一定時間後に、前記面位置計測手段を使って前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置計測を開始することが可能であることを特徴とする請求項2記載の投影露光装置。

【請求項10】 請求項1に記載の投影露光方法または請求項2～9のいずれかに記載の投影露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投影露光方法および装置に関し、特に半導体素子や液晶表示素子等の素子製造用のマスク基板または半導体ウエハ等の基板の投影光学系結像面とのフォーカスずれや傾きずれの計測を行ない、調整する投影露光方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来この種の装置は、ウエハの表面を投影光学系の結像面に合致させるために、フォーカス傾きセンサによってウエハのフォーカスずれや傾きずれの計測をし、フォーカスずれや傾きずれを調整できるステージで位置合わせを行っていた。その際フォーカスずれや傾きずれを計測する開始時期は、XYステージが投影光学系の光軸に垂直な方向に駆動し位置決めを開始してから、ある一定時間後に行なっており、その時間はウエハ平面内全ての位置で同一であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような従来の技術においては、位置決め時間を短縮するために計測開始時期を早めると、正確なフォーカスずれや傾きずれの計測が出来ず調整精度を悪化させてしまい、逆に、調整精度を上げるために計測開始時期を遅らすと、位置決め時間が長くなってしまいう問題があった。

【0004】これは、以下の理由によるものと考えられる。すなわち、上記の如く従来の技術においては、フォーカスずれや傾きずれを計測する開始時期がウエハ平面内全ての位置で同一であった。しかし、フォーカスずれや傾きずれの精度に影響を与える投影光学系とステージ

3

の光軸方向の相対振動はウエハ平面内の位置によって異なっているため、ウエハ平面内の位置によっては光軸方向の振動が整定する前に計測してしまうことがあった。そのため、ウエハ平面内の位置によって計測精度に大きな差が出てしまったり、計測再現性にばらつきが出てしまったりすることがあった。したがって、位置決め時間を短縮するために計測開始時期を早めると、正確なフォーカスずれや傾きずれの計測が出来ず調整精度を悪化させてしまい、逆に、調整精度を上げるために計測開始時期を遅らすと、位置決め時間が長くなってしまっていた。つまり、投影光学系とステージの相対振動はウエハ平面内の位置によって異なることから、ウエハ平面内の位置によって最適な計測タイミングがあるのに対し、従来は光軸方向の振動を計測していなかったため、上記のようにフォーカスずれや傾きずれの計測精度が悪化した。位置決め時間が長くなるという問題が生じていた。

【0005】本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、投影光学系とステージの相対振動を計測することによって、ウエハ表面のフォーカスずれや傾きずれの調整精度を悪化させることなく、位置決め時間を短縮し生産性を向上させることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明の投影露光方法は、投影光学系の光軸方向および光軸に垂直な方向に移動可能なステージに搭載された基板を該光軸に垂直な方向に移動して該基板上の複数の露光対象領域を所定の露光位置に順次移動および位置決めするとともに、露光対象領域ごとにその基板表面の前記投影光学系の光軸方向における位置を計測し、該計測値に基づいて該基板表面を前記光軸方向に移動および位置決めした後、該基板表面を露光する投影露光方法において、前記投影光学系とステージの相対振動を計測し、前記基板表面位置計測の開始時期を、該相対振動計測の結果を基に設定することを特徴とする。

【0007】また、本発明の投影露光装置は、原版に形成されたパターンをステージ上基板に投影する投影光学系と、ステージ上基板を保持して投影光学系の光軸方向および光軸に垂直な方向に移動可能なステージと、所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測できる面位置計測手段とを備えた投影露光装置において、前記投影光学系とステージの相対振動を計測できる振動計測手段と、投影光学系の光軸に垂直な任意の方向に所定の量前記ステージを使って移動および位置決め動作を行ない、さらに所定の位置にステージ上基板表面の位置を合致させるために光軸方向に移動および位置決めを行なう際に、前記面位置計測手段を使って所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測する開始時期を、前記振動計測手段による計測値を基に任意に変えることを可能にする制御手段を備えることとした。

【0008】本発明の好ましい実施の形態において、前

4

記ステージ上基板は、感光基板や、前記投影光学系光軸方向の感光基板のずれ量を計測するための基板や、前記投影光学系の光軸に垂直な方向の感光基板のずれ量を計測するための基板や、前記投影露光装置の状態を計測するための基板である。前記所定の位置は、前記投影光学系の結像面や、該結像面に平行なある平面である。前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測できる面位置計測手段は前記所定の位置と前記ステージ上基板表面との光軸方向距離や平行度を計測できるセンサである。前記投影光学系とステージの相対振動を計測できる振動計測手段は、投影光学系の振動状態とステージの振動状態を測定し、投影光学系とステージの相対振動を算出できるセンサである。前記制御手段は、前記投影光学系とステージの相対振動を計測できる振動計測手段を使って計測を行なう動作と、前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測できる面位置計測手段を使って前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置の計測を行なう動作と、前記ステージ上基板上の前記投影光学系の光軸に垂直な任意の方向への前記所定量の前記ステージによる移動および位置決め動作を、並行動作させる。さらに、前記制御手段は、前記振動計測手段による計測値を評価値として、前記面位置計測手段を使って前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置の計測を行なう開始時期を任意に変えるか、または、前記振動計測手段による計測値がある範囲内に入ってからある一定時間後に、前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置を計測できる計測手段を使って前記所定の位置とステージ上基板表面の相対位置計測を開始する。

【0009】

【作用】本発明においては、ステージ上基板表面のフォーカスずれや傾きずれを計測する開始時期を、投影光学系とステージの光軸方向の相対振動を基に変えることを可能にしたため、ステージ上基板上の位置に応じた最適なタイミングでフォーカスずれや傾きずれの計測を開始することが可能となり、フォーカスずれや傾きずれの計測精度を悪化させず、基板表面を投影光学系の結像面に精度良く合致させ、かつ位置決め時間を短縮させることが出来る。

【0010】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。図1は本発明の実施例に係る制御手段が適用されるステップアンドリビート方式の投影露光装置の構成を示す。同図において、回路パターンを有するレチクル1は、均一な照度の照明光1Lによって照明される。レチクル1のパターンは投影レンズ2によって半導体デバイス作成用のウエハ3に結像投影される。ウエハ3はZ駆動およびレベリング駆動を行なうZステージ8上に載置され、駆動系9、10、11によって駆動される。これらZステージ8と駆動系9、10、11は水平面内で2次元的に平行移動するXYステージ12の上に設けられ

5

ており、XYステージ12はモータ等を含むXYステージ駆動部20によって駆動され、その座標位置はステージ干渉計21により逐次計測される。また上記Zステージ8は駆動系9、10、11をそれぞれ独立に上下動（投影レンズ2の光軸方向へ動作）させることにより、フォーカスずれや傾きずれの調整を行なう。この駆動系9、10、11はZステージ駆動部22からの駆動量指令に応答して上下動する。

【0011】制御部23はステージ干渉計21からの計測座標値に基づいて、XYステージ駆動部20へ所定の駆動指令を出力するとともに、XY座標系の任意の位置にXYステージ12（すなわちウエハ3）を位置決めする。その際、投影レンズ2とZステージ8に取り付けられた加速度センサ13、14は、投影レンズ2とZステージ8の加速度を計測する。そして制御部23は加速度センサ13、14からの計測値に基づいて、投影レンズ2とZステージ8の相対振動を算出する。

【0012】さて、投影レンズ2の結像面と、ウエハ3の局所的なショット領域表面とを合致させるために、斜入射光式フォーカス傾きセンサが設けられている。このセンサは主に光源4、投影対物レンズ5、ウエハ3表面からの反射光を入射する受光対物レンズ6、および受光部（CCD）7から構成される。これらの斜入射光式フォーカス傾きセンサの計測値から制御部23はウエハ3の局所的なショット領域表面のフォーカスずれや傾きずれを算出し、Zステージ駆動部22へ所定の指令を出力する。

【0013】ウエハ3上のあるショット領域から別のショット領域へXYZ座標の位置決めを行なう際、XYステージ12（すなわちウエハ3）を駆動する。そして加速度センサ13、14の計測値に基づいて制御部23で算出された投影レンズとZステージの相対振動がある値以下になったとき、前記斜入射光式フォーカス傾きセンサによるウエハ3のフォーカスずれ・傾きずれ計測を行なう。その後計測値に基づきZステージ8の駆動を行なうことでフォーカスずれ・傾きずれを補正し、位置決めを完了する。従来はXYステージ駆動開始後時間 t を置いてからこのフォーカスずれ・傾きずれ計測を開始していた。

【0014】図2はウエハ領域内を64ショットに分割したときのショットレイアウト例を示したものである。まずここで、前記時間 t について従来の例を示す。図3は、図2のようなショットレイアウトのとき、前記時間 t を全ショットある値 t_1 [sec] および t_s [sec] ($t_s < t_1$) にした場合の、フォーカスずれ・傾きずれ補正後のウエハの各ショット領域表面の目標位置（投影レンズの結像面）からのずれを例示したものである。ただし、図2のX座標が同一なショットの目標位置からのずれを示している。また図4はその際の時間 t の様子を示している。図3から時間 t が t_1 [sec] の

6

場合ウエハ全領域で目標位置からのずれが許容範囲 α 内に入っているが、 t_s [sec] の場合許容範囲 α を外れている区間があるのが分かる。つまり位置決め時間短縮のために t を全ショット t_s [sec] にすると、フォーカスずれや傾きずれの調整精度が悪化してしまう。これはウエハ領域（ステージ）の外側の部分では、ステージの振動が大きいためである。従来の技術においては、 t はウエハ平面内全ての位置で同一にしか設定出来なかったため、全ショット許容値を満たす t_1 [sec] を選択せざるを得なかった。

【0015】それに対し本実施例では、加速度センサ13、14の計測値から投影レンズとステージの相対振動を算出する制御手段を備え、振動がある一定の値以下になったときに、フォーカスずれ・傾きずれ計測を行なう。したがって、振動の少ないウエハ領域の内側では t は小さいが、振動が多く精度の悪化してしまう外側に向かうにつれ大きくなる。図5はその際のフォーカスずれ・傾きずれ補正後のウエハの各ショット領域表面の目標位置（投影レンズの結像面）からのずれを例示したもので、図6は時間 t の様子を示したものである。本発明を適用することにより、フォーカスずれ・傾きずれの計測精度を許容範囲内に収めたまま、生産性を上げることが出来る（図4、6参照）。

【0016】上記実施例ではウエハ領域のX座標について着目した図を例示したが、本発明はウエハ領域の各位置において、投影光学系とステージの相対振動を基に時間 t が変化するように構成することも出来る。

【0017】

【デバイス生産方法の実施例】次に上記説明した投影露光装置または方法を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。図7は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコンやガラス等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0018】図8は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化

させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した投影露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0019】本実施例の生産方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度のデバイスを低コストに製造することができる。

【0020】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ステージ上基板表面のフォーカスずれや傾きずれを計測する開始時期を、投影光学系とステージの光軸方向の相対振動に応じて変えることを可能にしたため、ステージ上基板上の位置に応じた最適なタイミングでフォーカスずれや傾きずれの計測を開始することが可能となり、フォーカスずれや傾きずれの計測精度を悪化させず、基板表面を投影光学系の結像面に精度良く合致させ、かつ生産性を向

上させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る制御手段により、フォーカスずれや傾きずれを調整できるステージを備えた投影露光装置の構成を示す概略図である。

【図2】 ウエハのショットレイアウトの例を示す概略図である。

【図3】 計測開始時期による目標位置からのずれの説明に供する概略図である。

10 【図4】 ウエハ領域上の位置による計測開始時期の説明に供する概略図である。

【図5】 計測開始時期による目標位置からのずれの説明に供する概略図である。

【図6】 ウエハ領域上の位置による計測開始時期の説明に供する概略図である。

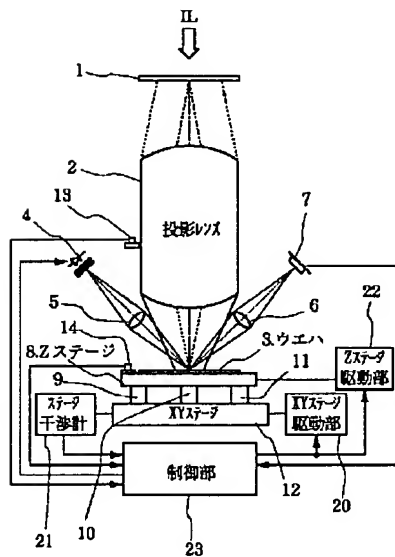
【図7】 微小デバイスの製造の流れを示す図である。

【図8】 図7におけるウエハプロセスの詳細な流れを示す図である。

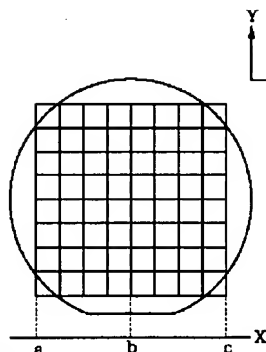
【符号の説明】

20 1: レチクル、2: 投影レンズ、3: ウエハ、4: 光源、5: 投影対物レンズ、6: 受光対物レンズ、7: 受光部(CCD)、8: Zステージ、9, 10, 11: 駆動系、12: XYステージ、13, 14: 加速度センサ、20: XYステージ駆動部、21: ステージ干渉計、22: Zステージ駆動部、23: 制御部。

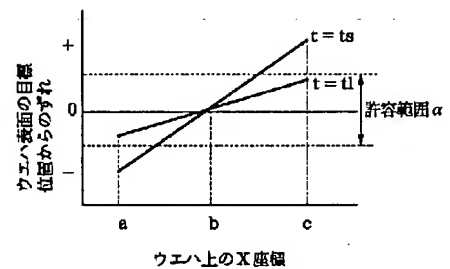
【図1】



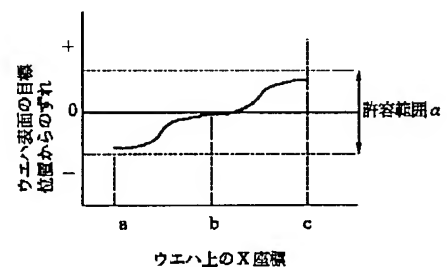
【図2】



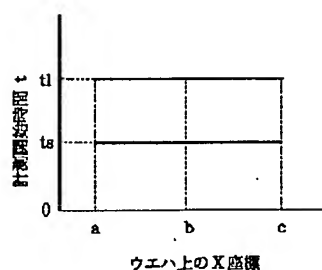
【図3】



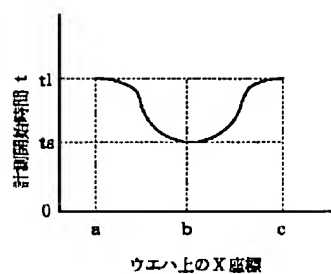
【図5】



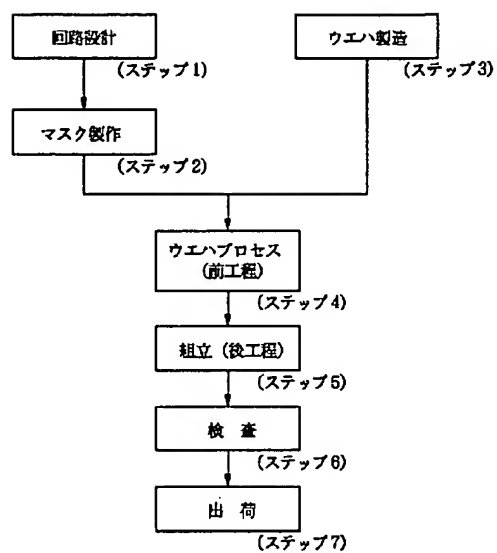
【図4】



【図6】

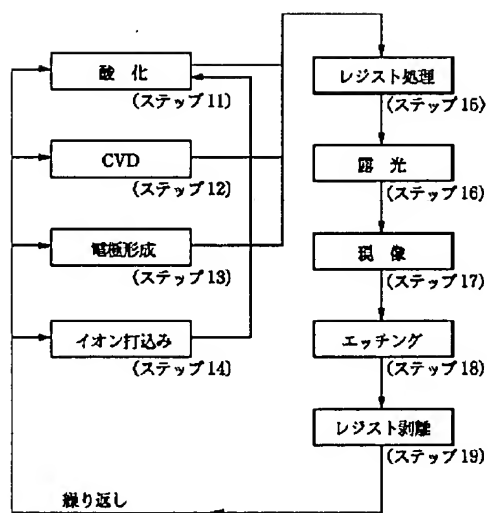


【図7】



半導体デバイス製造フロー

【図8】



ウエハプロセス

stage.

In this case, it is preferable that the parallel link mechanism comprises six of the first rods and controls position/attitude, in six degrees of freedom, of the substrate stage by expansion/contraction of each first rod. In such a case, because the position/attitude, in the six degrees of freedom, of the substrate stage can be controlled by individual expansions/contractions of the six first rods of the parallel link mechanism, the above Z-tilt mechanism, etc., are unnecessary and therefore, it is possible to make the substrate stage, as the movable portion, more lightweight.

In an exposure apparatus according to the present invention, the first expansion mechanism may comprise an air cylinder and an electromagnetic linear motor that are arranged in parallel or in series with each other. In such a case, the substrate stage can be driven coarsely and by larger distances by controlling the air pressure of the air cylinder, and also finely by the electromagnetic linear motor, and it is possible to precisely control the position/attitude, in at least three degrees of freedom, of the substrate stage for a short time.

In an exposure apparatus according to the present invention, the exposure main portion may comprise a projection optical system that projects the pattern onto the substrate as well as the substrate stage the position/attitude of which, in at least three degrees of

TOP SECRET 6420550

Best Available Copy

PAT-NO: JP411087233A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11087233 A
TITLE: PROJECTION ALIGNER
PUBN-DATE: March 30, 1999

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
AKIMOTO, SATOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
CANON INC N/A

APPL-NO: JP09257943
APPL-DATE: September 8, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/027, G03F007/20 , G03F009/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten an aligning time, without deteriorating the adjustment precision of the slippages in focus and gradient on a wafer surface by a method, wherein the relative vibration of a projection optical system and a stage is measured, so as to set up the starting time of a substrate surface position measurement according to the results the relative vibration schedule.

SOLUTION: Acceleration sensors 13, 14 are fitted to a projection lens 2 and a Z stage 8, so as to measure the acceleration of the projection lens 2 and the Z stage 8. Next, a controller 23 computes the relative vibration of the projection lens 2 and the Z stage 8. When the relative vibrations in the projection lens 2 and the Z stage 8 computed by the controller 23 according to

the measured values from the acceleration sensors 13, 14 do not exceed specific values, the deviations in focus and gradient of a wafer 3 is measured by an oblique incident light type focus gradient sensor. In such a constitution, the Z stage 8 is driven according to the later measured values, so as to correct the deviations in focus gradient for making the alignment.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO